التمارين

(المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي)

www.facebook.com/bac35
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

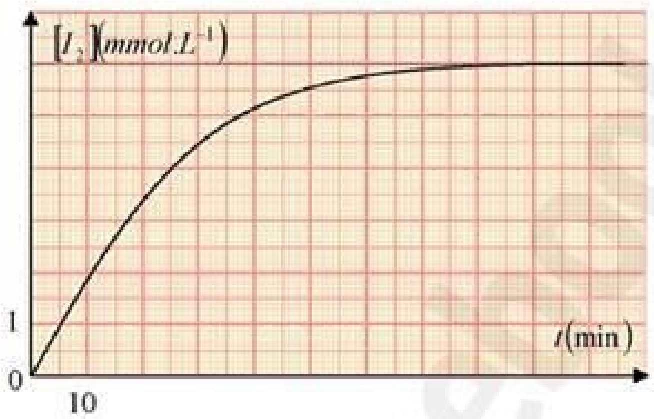
تمرين 1

نعاير في وسط حمضي حجما $V = 25ml$ من محلول عديم اللون للماء الأكسجيني ذي التركيز C بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي $C' = 0,13mol.L^{-1}$.

1. ما هي الثنائية $(Ox/Réd)$ الداخلة في التفاعل ؟
2. أكتب معادلة التفاعل الحادث في الوسط الحمضي بين الماء الأكسجيني و شوارد البرمنغنات .
3. كيف تكشف عن حدوث التكافؤ ؟
4. أنجز جدولا لتقدم تفاعل المعايرة .
   نرمز بـ x_E لقيمة x_{max} عند التكافؤ.
5. استنتج العلاقة بين C ، V ، C' ، V'_E.
6. أحسب C . $V'_E = 15,8mL$

تمرين 2

في اللحظة $t = 0$ نمزج حجما $V_1 = 500ml$ من محلول مائي S_1 لبيروكسود يكبريتات البوتاسيوم ذي التركيز المولي $C_1 = 1,5\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 500ml$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم ذي التركيز المولي C_2 .
في لحظات مختلفة ، نقوم بأخذ أجزاء متساوية من المزيج و نبردها بوضعها في الجليد الذائب. نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال التحول الكيميائي ، ثم نرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات التركيز المولي $[I_2(aq)]$ بدلالة الزمن.



1. لماذا نبرد الأجزاء في الجليد ؟
2. ما هي الثنائيات $(Ox/Réd)$ التي تدخل في التفاعل المدروس ؟
3. أ/ ما هو النوع الكيميائي المرجع ؟ علل .
   ب/ ما هو النوع الكيميائي المؤكسد ؟ علل .
4. أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية الحادث.
5. عين كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات .
6. أنجز جدولا لتقدم التفاعل و بين أن البيان الممثل لتغيرات التقدم x بدلالة الزمن t يتطور بنفس الطريقة التي يتطور بها البيان $[I_2(aq)] = f(t)$ المقابل .
7. أحسب السرعة الحجمية للتفاعل المدروس في اللحظة $t = 25\min$.
8. عين التركيز المولي النهائي لثنائي اليود $[I_2(aq)]$ ثم استنتج المتفاعل المحد .
9. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و عين قيمته .
10. أحسب التركيز المولي الابتدائي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم .

تمرين 3

نفاعل $10mmol$ من أيونات بيروكسوديكبريتات $S_2O_8^{2-}$ مع $50mmol$ من أيونات I^- عند درجة حرارة 25^0C
بنمذج التحول الكيميائي الحادث في الوسط المائي بتفاعل تام معادلته :

$$2I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

نتابع تطور كمية مادة بيروكسوديكبريتات خلال الزمن فنحصل على النتائج التالية :

$t(\min)$	0	2.5	5	10	15	20	25	30
$n(S_2O_8^{2-})mmol$	10.0	9.0	8.3	7.05	6.15	5.4	4.9	4.4

www.facebook.com/bac
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

1. أنشئ جدول التقدم الموافق.
ـ هل المزيج الابتدائي ستوكيومتري ؟
2. عبر عن التقدم $x(t)$ بدلالة $n(S_2O_8^{2-})$ في أية لحظة زمنية t ثم أوجد قيم التقدم $x(t)$ في مختلف اللحظات الزمنية t.
3. أرسم البيان $x = f(t)$.
4. عرف سرعة التفاعل ثم أحسب قيمتها في اللحظتين $t = 0$ و $t = 20\,min$.
ـ كيف تتطور سرعة التفاعل خلال الزمن ؟
5. هل ينتهي التفاعل في اللحظة $t = 30\,min$ ؟

تمرين 4

ينمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين شوارد البيروكسوديكبريتات $(S_2O_8^{2-})$ و شوارد اليود (I^-) في الوسط المائي بتفاعل تام معادلته :
$$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$$

I/ لدراسة تطور هذا التفاعل في درجة حرارة ثابتة $(\theta = 35^0C)$ بدلالة الزمن، نمزج في اللحظة $t = 0$ حجما $V_1 = 100ml$ من محلول مائي لبيروكسوديكبريتات البوتاسيوم $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$ تركيزه المولي $C_1 = 4.0\times10^{-2}mol/L$ مع حجم $V_2 = 100ml$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$ تركيزه المولي $C_2 = 8.0\times10^{-2}mol/L$ فنحصل على مزيج حجمه $V_T = 200ml$.

أ/ أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الحاصل .

ب/ أكتب عبارة التركيز المولي $[S_2O_8^{2-}]$ لشوارد البيروكسوديكبريتات في المزيج خلال التفاعل بدلالة :
C_1 ، V_1 ، V_2 و $[I_2]$ التركيز المولي لثنائي اليود (I_2) في المزيج.

ج/ أحسب قيمة $[S_2O_8^{2-}]_0$ التركيز المولي لشوارد البيروكسوديكبريتات في اللحظة $(t = 0)$ لحظة انطلاق التفاعل بين شوارد $(S_2O_8^{2-})$ و شوارد (I^-) .

II/ لمتابعة التركيز المولي لثنائي اليود المتشكل بدلالة الزمن . نأخذ في أزمنة مختلفة t_1 ، t_2 ، t_3 ، .... t_i عينات من المزيج، حجم كل عينة $V_0 = 10ml$ ونبردها مباشرة بالماء البارد و الجليد و بعدها نعاير ثنائي اليود المتشكل خلال المدة t_i بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$ تركيزه المولي $C' = 1,5\times10^{-2}mol/L$، في كل مرة نسجل V' حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم لاختفاء ثنائي اليود فنحصل على جدول القياسات التالي :

$t(\min)$	0	5	10	15	20	30	45	60
$V'(mL)$	0	4.0	6.7	8.7	10.4	13.1	15.3	16.7
$[I_2](mmol/L)$								

أ/ لماذا تبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج ؟

ب/ في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيات : $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ ، $I_{2(aq)}/I^-{}_{(aq)}$

أكتب العادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة ـ إرجاع الحاصل بين الثنائيتين.

ج/ بين مستعينا بجدول التقدم لتفاعل المعايرة أن التركيز المولي لثنائي اليود في العينة عند نقطة التكافؤ يعطى بالعلاقة : $[I_2] = \frac{1}{2}\times\frac{C'\times V'}{V_0}$.

د/ أكمل جدول القياسات .

ه/ ارسم على ورقة ملليمترية البيان $[I_2] = f(t)$.

و/ أحسب بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $(t = 20\,min)$.

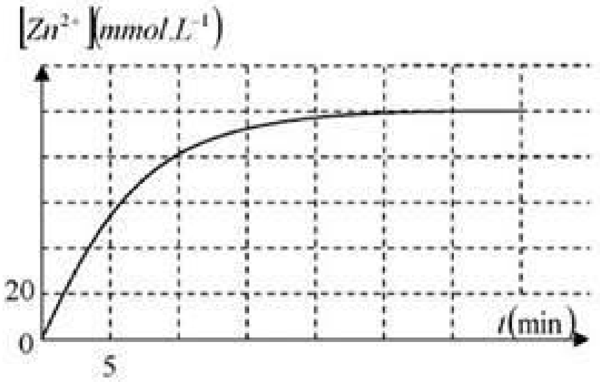
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 5

محلول حمض كلور الماء $H^+_{(aq)}+Cl^-_{(aq)}$ يؤثر على التوتياء فينتج غاز ثنائي الهيدروجين $H_{2(g)}$ و تتشكل الشوارد $Zn^{2+}_{(aq)}$.

عند اللحظة $t=0$ نضع كتلة $m=2.3g$ من مسحوق التوتياء في بالون يحتوي على حجم $V=100mL$ من محلول حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_A=0.2mol.L^{-1}$.

إن متابعة تطور هذا التحول تمكن من رسم البيان $[Zn^{2+}]=f(t)$



1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول.
2. قدم جدولا لتقدم التفاعل. عين المتفاعل المحد ثم استنتج علاقة بين $[Zn^{2+}]$ و x.
3. عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ ثم عين قيمته.
4. عين تركيب الوسط التفاعلي عند اللحظتين: $t=t_f$ و $t=t_{1/2}$
حيث t_f لحظة إنتهاء التفاعل.
5. عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين: $t=t_{1/2}$ و $t=0$

تمرين 6

ندرس تفكك الماء الأكسوجيني (H_2O_2)، عند درجة حرارة ثابتة $\theta=12^0C$، وفي وجود وسيط مناسب. ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بتفاعل كيميائي معادلته:

$$2H_2O_{2(aq)}=2H_2O_{(l)}+O_{2(g)}$$

(نعتبر أن حجم المحلول يبقى ثابتا خلال مدة التحول ، وأن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة $V_M=24L/mol$).

نأخذ في اللحظة $t=0$ حجما $V_S=500ml$ من الماء الأكسوجيني تركيزه المولي الابتدائي $[H_2O_2]_0=8.0\times10^{-2}mol/L$.
نجمع ثنائي الأوكسجين المتشكل و نقيس حجمه (V_{O_2}) تحت ضغط ثابت كل أربع دقائق، ونسجل النتائج كما في الجدول التالي:

$t(\min)$	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$V_{O_2}(mL)$	0	60	114	162	204	234	253	276	288	294	300
$[H_2O_2]mol/L$											

1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل الكيميائي الحاصل.
2. أكتب عبارة التركيز المولي $[H_2O_2]$للماء الأوكسجيني في اللحظة t بدلالة $[H_2O_2]_0$ ، V_S ، V_M ، V_{O_2}.
3. أ/ أكمل الجدول السابق.
ب/ ارسم المنحنى البياني $[H_2O_2]=f(t)$ باستعمال سلم رسم مناسب.
ج/ أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل الكيميائي.
د/ أحسب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظتين $t_1=16\min$ و $t_2=24\min$. استنتج كيف تتغير سرعة التفاعل مع الزمن.
ه/ عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيا.
4. إذا أجريت التجربة السابقة في الدرجة $\theta'=35^0C$ ، أرسم كيفيا شكل منحنى تغير $[H_2O_2]$ بدلالة الزمن على البيان السابق مع التبرير.

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 7

يحفظ الماء الأكسجيني (محلول لبروكسيد الهيدروجين $H_2O_{2(aq)}$) في قارورات خاصة بسبب تفككه الذاتي البطئ .

تحمل الورقة الملصقة على قارورته في المختبر الكتابة ماء أكسجيني $(10V)$، وتعني أن $(1L)$ من الماء الأكسجيني ينتج بعد تفككه $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين حيث الحجم المولي $V_M = 22,4L.mol^{-1}$.

1. ينمذج التفكك الذاتي للماء الأكسجيني بالتفاعل ذي المعادلة الكيميائية التالية :

$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

أ/ بين أن التركيز المولي الحجمي للماء الأكسجيني هو : $C = 0,893mol.L^{-1}$.

ب/ نضع في حوجلة حجما V_1 من الماء الأكسجيني ونكمل الحجم بالماء المقطر إلى $100ml$.

ـ كيف نسمي هذه العملية ؟

ـ استنتج الحجم V_1 علما أن المحلول الناتج تركيزه المولي $C_1 = 0.1mol.L^{-1}$.

2. لغرض التأكد من الكتابة السابقة $(10V)$ عايرنا $20ml$ من المحلول الممدد بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم $\left(K^+{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)}\right)$ المحمض، تركيزه المولي $C_2 = 0.02mol.L^{-1}$ فكان الحجم المضاف عند التكافؤ $V_E = 38ml$.

أ/ أكتب معادلة التفاعل أكسدة ـ إرجاع المنمذج لتحول المعايرة علما أن الثنائيتين الداخلتين في هذا التفاعل هما :

$\left(O_{2(g)} / H_2O_{2(l)}\right)$ و $\left(MnO_4^-{}_{(aq)} / Mn^{2+}{}_{(aq)}\right)$

ب/ استنتج التركيز المولي الحجمي لمحلول الماء الأكسجيني الابتدائي .

هل تتوافق هذه النتيجة التجريبية مع ما كتب على ملصوقة القارورة

تمرين 8

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بين المغنيزيوم Mg و محلول حمض كلور الهيدروجين بتفاعل أكسدة ـ إرجاع معادلته :

$$Mg_{(S)} + 2H_3^+O = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{2+}{}_{(aq)}$$

ندخل كتلة من معدن المغنيزيوم $m = 1,0g$ في كأس به محلول من حمض كلور الهيدروجين حجمه $V = 60ml$ و تركيزه المولي $C = 5,0mol / L$، فنلاحظ انطلاق غاز ثنائي الهيدروجين و تزايد حجمه تدريجيا حتى اختفاء المغنيزيوم كليا.

نجمع غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق و نقيس حجمه كل دقيقة فنحصل على النتائج المدونة في جدول القياسات التالي :

$t(\min)$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{H_2}(mL)$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
$x(mol)$									

1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
2. أكمل جدول القياسات حيث x يمثل تقدم التفاعل.
3. ارسم المنحنى $x = f(t)$ بسلم مناسب.
4. عين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي و حدد المتفاعل المحد .
5. أحسب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين $(t = 0\min)$ ، $(t = 3\min)$.
6. عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.
7. أحسب تركيز شوارد الهيدرونيوم (H_3^+O) في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي .

نأخذ : $M(Mg) = 24,3g / mol$

الحجم المولي في شروط التجربة $V_M = 24L / mol$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 9

نريد معايرة محلول للماء الأكسوجيني H_2O_2 بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمض تركيزه المولي $C_1 = 2,0.10^{-1} mol/L$.

نأخذ حجما قدره $V_0 = 10mL$ من الماء الأكسوجيني و نضعه في بيشر ، ثم نضيف له تدريجيا من سحاحة محلول برمنغنات البوتاسيوم. نحصل على التكافؤ عندما نضيف من السحاحة حجما قدره $V_E = 14.6mL$.

معادلة التحول الكيميائي هي :

$$5H_2O_{2(aq)} + 2MnO^-_{4\,(aq)} + 6H^+{}_{(aq)} \rightarrow 5O_{2(g)} + 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)}$$

1. بالاستعانة بهذه المعادلة :
   أ/ أكتب الثنائيتين $Ox/Réd$ المتفاعلتين .
   ب/ أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة و الإرجاع.
2. شاردة البرمنغنات في المحاليل المائية بنفسجية اللون :
   أ/ ماهو المتفاعل المحد قبل التكافؤ ؟
   ب/ ماهو مؤشر بلوغ التكافؤ ؟
3. أنشئ جدول التقدم و استنتج منه العلاقة بين كمية مادة MnO_4^- وكمية مادة H_2O_2.
4. أوجد $[H_2O_2]$ بدلالة C_1 ، V_0 ، V_E ، ثم تأكد أن $[H_2O_2] = 7,3 \times 10^{-1} mol/L$.
5. لو استعملنا في هذه المعايرة محلولا لبرمنغنات البوتاسيوم في وسط أقل حموضة أو وسط معتدل، بين أنه يتعذر علينا تحديد التكافؤ.

تمرين 10

لمتابعة التطور الزمني للتحول الكيميائي الحاصل بين محلول حمض كلور الهيدروجين و معدن الزنك ، الذي ينمذج بتفاعل كيميائي ذي المعادلة : $Zn_{(s)} + 2H^+{}_{(aq)} = Zn^{2+}{}_{(aq)} + H_{2(g)}$

ندخل في اللحظة $t = 0$ كتلة $m = 1.0g$ من معدن الزنك في دورق به $V = 40mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي : $C = 5.0 \times 10^{-1} mol.L^{-1}$.

نعتبر حجم الوسط التفاعلي ثابتا خلال مدة التحول و أن الحجم المولي للغاز في شروط التجربة : $V_M = 25L.mol^{-1}$

نقيس حجم غاز ثنائي الهيدروجين V_{H_2} المنطلق في نفس الشرطين من الضغط و درجة الحرارة ، ندون النتائج في الجدول التالي :

$t(s)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
$V_{H_2}(mL)$	0	36	64	86	104	120	132	154	170	200
$x(mol)$										

1. أنجز جدولا لتقدم التفاعل و استنتج العلاقة بين التقدم x وحجم غاز ثنائي الهيدروجين المنطلق V_{H_2}.
2. أكمل الجدول أعلاه .
3. مثل البيان $x = f(t)$ باعتماد سلم الرسم : $1cm \rightarrow 100s$ ، $1cm \rightarrow 1,0 \times 10^{-3} mol$
4. احسب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين : $t_1 = 100s$ ، $t_2 = 400s$
   ـ كيف تتطور هذه السرعة مع الزمن ؟ علل.
5. إن التحول الكيميائي السابق تحول تام :
   أ/ احسب التقدم الأعظمي x_{max} و استنتج المتفاعل المحد.
   ب/ عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ و أوجد قيمته .

يعطى : $M_{(Zn)} = 65g.mol^{-1}$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 11

ماء جافيل محلول مائي يتميز بخصائص مطهرة، فهو منتوج فعال ضد العدوى البكتيرية و الفيروسية يحتوي على شوارد الهيبوكلوريت ClO^- ، شوارد الكلور Cl^- وشوارد الصوديوم Na^+ .

تضفي شاردة الهيبوكلوريت ClO^- على ماء جافيل الصفة المؤكسدة. يحدث في الضوء أن الشوارد ClO^- تؤكسد بشكل بطيء جزيئات الماء H_2O و بالتالي ماء جافيل يفقد فعاليته تدريجيا (L'eaudejavel vieillit).

بوجود شوارد الكوبالت Co^{2+} فإن هذا التفاعل يكون أسرع .

1. أكتب معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية.

تعطى الثنائيتين الداخلتين في التفاعل : ClO^-/Cl^- ، O_2/H_2O

2. لدراسة سرعة تفكك ماء جافيل (بوجود الشوارد Co^{2+}) نقيس في درجة الحرارة 20^0C وتحت ضغط $1,013\times10^5 Pa$ حجم غاز ثنائي الأكسجين V_{O_2} المتشكل في كل لحظة t فنحصل على جدول القياسات التالي :

$t(s)$	0	60	120	180	240	300	360	420	450	480
$V_{O_2}(mL)$	0	79	148	203	248	273	298	312	316	316
$x(mmol)$										

أ/ أنجز جدول تقدم التفاعل .

ب/ أكمل جدول القياسات بحساب قيم تقدم التفاعل x و ارسم البيان $x=f(t)$.

ج/ عين التقدم الأعظمي x_{max} للتفاعل ثم استنتج التركيز المولي الابتدائي $[ClO^-]_0$ لشوارد الهيبوكلوريت .

حجم ماء جافيل المستعمل $V=0,11l$

د/ عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ واحسب قيمته .

ه/ أثبت صحة العلاقة $\frac{dn_{ClO^-}}{dt}=-2\frac{dx}{dt}$ ثم أحسب السرعة الحجمية لإختفاء شوارد ClO^- في اللحظات : $t=0s$ ، $t=t_{1/2}$ ، $t=5t_{1/2}$ ، ماذا تلاحظ ؟

و/ في حالة عدم وجود لشوارد Co^{2+} ارسم كيفيا شكل المنحنى $x=f(t)$ على البيان السابق مع التبرير .

الحجم المولي في شروط التجربة $V_M=24L/mol$

تمرين 12

عند اللحظة $t=0$ نمزج حجما $V_1=50ml$ من محلول برمنغنات البوتاسيوم المحمض $KMnO_4$ تركيزه المولي $C_1=0,2mol/l$ وحجما $V_2=50ml$ من محلول حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ تركيزه المولي $C_2=0,6mol/l$.

تعطى الثنائيتين الداخلتين في التفاعل : $CO_2/H_2C_2O_4$ ، MnO_4^-/Mn^{2+}.

1. أعط تعريف كل من المؤكسد و المرجع .
2. أكتب المعادلتين النصفيتين ثم معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية .
3. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل.
4. لتتبع تطور التفاعل نقيس خلال كل دقيقة التركيز المولي لشوارد البرمنغنات MnO_4^- في المزيج فنحصل على جدول القياسات التالي :

$t(\min)$	1	2	3	4	5	6	7
$[MnO_4^-]\times10^{-3}mol/l$	96	93	60	30	12	5	3

أ/ أحسب التركيز المولي الابتدائي لـ MnO_4^- و $H_2C_2O_4$ في المزيج .

ب/ بين أن التركيز المولي لشوارد Mn^{2+} في المزيج يعطى بالعلاقة : $[Mn^{2+}]=\frac{C_1}{2}-[MnO_4^-]$.

ج/ استنتج العلاقة بين سرعة اختفاء شوارد MnO_4^- و سرعة تشكل شوارد Mn^{2+}.

د/ احسب السرعة المتوسطة لتشكل شوارد Mn^{2+} بين اللحظتين $t_1=3\min$ و $t_2=6\min$.

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 13

بهدف تطور التحول الكيميائي التام لتأثير حمض كلور الماء $(H^{+}+Cl^{-})$ على كربونات الكالسيوم.
نضع قطعة كتلتها $2.0g$ من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ داخل $100mL$ من حمض كلور الماء تركيزه المولي $C=1,0\times10^{-1}mol.L^{-1}$.

الطريقة الأولى :

نقيس ضغط غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلق و المحجوز في دورق حجمه لتر واحد $(1L)$ تحت درجة حرارة ثابتة $T=25^{0}C$ ، فكانت النتائج المدونة في الجدول التالي :

$t(s)$	20	60	100
$P_{(CO_2)}(Pa)$	2280	5560	7170
$n_{(CO_2)}(mol)$			
$x(mol)$			

المعادلة الكيميائية المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي السابق :

$$CaCO_{3(s)}+2H^{+}{}_{(aq)}=CO_{2(g)}+Ca^{2+}{}_{(aq)}+H_2O_{(l)}$$

1. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل السابق .
2. ما العلاقة بين (n_{CO_2}) كمية مادة الغاز المنطلق و (x) تقدم التفاعل ؟
3. بتطبيق قانون الغاز المثالي و الذي يعطى بالشكل $(P.V=n.R.T)$، أكمل الجدول السابق.
4. مثل بيان الدالة $x=f(t)$. يعطى $R=8,31SI$ ، $1L=10^{-3}m^{3}$

الطريقة الثانية :

تتبع قيمة تركيز شوارد الهيدروجين (H^{+}) في وسط التفاعل بدلالة الزمن أعطت النتائج المدونة في الجدول التالي :

$t(s)$	20	60	100
$[H^{+}](mol.L^{-1})$	0.080	0.056	0.040
$n_{(H^{+})}(mol)$			
$x(mol)$			

1. احسب $(n_{(H^{+})})$ كمية مادة شوارد الهيدروجين في كل لحظة .
2. مستعينا بجدول تقدم التفاعل ، أوجد العبارة الحرفية التي تعطي $(n_{(H^{+})})$ بدلالة التقدم (x) و كمية المادة الابتدائية (n_0) لشوارد الهيدروجين الموجبة .
3. احسب قيمة التقدم (x) في كل لحظة.
4. أنشيء البيان $x=f(t)$ ماذا تستنتج ؟
5. حدد المتفاعل المحد .
6. استنتج $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل .
7. احسب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t=50s$.

$M(O)=16g/mol$ ، $M(C)=12g/mol$ ، $M(Ca)=40g/mol$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 14

تصبن أستر هو تفاعل $R-COO-R'$ مع محلول مائي لأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+;OH^-)$.

نمزج في اللحظة $t=0$ ، $n_1 = 1.0\times10^{-3}mol$ من هيدروكسيد الصوديوم مع كمية زائدة من الأستر $CH_3-COO-C_2H_5$

معادلة التفاعل الكيميائي هي : $CH_3-COO-C_2H_{5(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow CH_3-COO^-_{(aq)} + C_2H_5-OH_{(aq)}$

1. ما هو اسم الأستر المستعمل ؟ نرمز للشاردة السالبة في النواتج بـ A^- ، ماهو اسم هذه الشاردة ؟
2. بين أنه بإمكاننا متابعة هذا التفاعل بواسطة قياس الناقلية ، مشيرا للشاردة التي لا تغير الناقلية خلال الزمن.
3. نضع في الجدول التالي قيم ناقلية المزيج التفاعلي و اللحظات الموافقة :

$t(\min)$	0	5	9	13	20	27	نهاية التفاعل
$G(mS)$	2.50	2.10	1.92	1.78	1.60	1.48	0.91
$x(mmol)$							

أ/ باستعمال قيمة الناقلية في اللحظة $t=0$ ، احسب النسبة $\frac{K}{V}$ مبينا وحدتها ، حيث K هو ثابت خلية القياس و V هو حجم الوسط التفاعلي .

ب/ أنشيء جدول التقدم ثم تأكد من قيمة الناقلية في نهاية التفاعل .

4. نرمز بـ G_t للناقلية في اللحظة t ، تأكد أن عبارة التقدم x بدلالة G_t هي : $x = 1,57\times10^{-3} - 0,63G_t$
ثم باستعمال هذه العلاقة أملأ السطر الثالث في الجدول .
5. مثّل بيانيا $x=f(t)$ و استنتج منه زمن نصف التفاعل .

يعطى بـ $S.m^2.mol^{-1}$: $\lambda_{Na^+} = 5\times10^{-3}$ ، $\lambda_{OH^-} = 2\times10^{-2}$ ، $\lambda_{A^-} = 4.1\times10^{-3}$

تمرين 15

إن إماهة 2- كلورو، 2- ميثيل بروبان هو تفاعل بطئ و تام .

معادلة التفاعل المنمذج للتحول هي :

$$(CH_3)_3C-Cl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C-OH_{(aq)} + H_3^+O_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

في اللحظة $t=0$ أدخلنا كمية $n_0 = 3,7\times10^{-3}mol$ من 2-كلور،2- ميثيل بروبان في بيشر يحتوي على $50mL$ من الماء المقطر (كمية زائدة) ثم أدخلنا في المحلول خلية قياس الناقلية .

في اللحظة $t=0$ وجدنا الناقلية النوعية للمحلول $\sigma = 0$ ، وفي اللحظة $t=400s$ وجدنا الناقلية النوعية $\sigma_f = 9,1ms/cm$ وبقيت ثابتة بعد ذلك.

1. اشرح لماذا يمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية.
2. أنشئ جدولا لتقدم التفاعل .
3. حدد قيمة التقدم الأعظمي .
4. بين أنه يمكن كتابة الناقلية النوعية بالشكل : $\sigma = K.x(t)$
حدد الثابت K (K ليس ثابت الخلية)
5. بين أنه في اللحظة t يعطى التقدم بالعلاقة $x(t) = \frac{\sigma_t}{\sigma_f}n_0$.
6. أ/ في اللحظة t_1 كانت الناقلية النوعية للمزيج $\sigma_1 = 5,1ms/cm$ ، أحسب التقدم $x(t_1)$.
ب/ استنتج كتلة 2- كلور ، 2- ميثيل بروبان غير المميهة عند هذه اللحظة .
يعطى : $M = 92,5g/mol$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

تمرين 16

في لحظة مختارة $t=0$ نسكب في محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ، محلول لمركب A ، فكان حجم الوسط التفاعلي $V=100{,}0ml$ حيث التراكيز المولية لكل الأنواع الكيميائية متساوية $C_0=1{,}0\times10^{-2}mol/L$.

1. إذا علمت أن المركب A هو إيثانوات الإيثيل ، سائل عديم اللون ، صيغته الجزيئية المجملة هي : $C_4H_8O_2$.

أ/ أكتب صيغته نصف المفصلة .

ب/ ما هي الوظيفة الكيميائية له ؟ وما هي المجموعة التي تميزه ؟

2. عند درجة الحرارة الثابتة $30^\circ c$ ، نغمس في المزيج مسبار جهاز قياس الناقلية الذي يسمح بقياس الناقلية النوعية للمحلول في كل لحظة.

تعطى بعض القياسات :

$t(\min)$	0	5	9	13	20	27	∞
$\sigma(s.m^{-1})$	0.25	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.09

حيث $t=\infty$ توافق لحظة كبيرة يفترض عندها أن التحول الكيميائي قد انتهى .

معادلة التفاعل المنمذج للتحول المدروس هي :

$$A(aq)+Na^+(aq)+OH^-(aq)=Na^+(aq)+B^-(aq)+C_2H_5OH(aq)$$

أ/ أكتب الصيغة نصف المفصلة للنوع الكيميائي B^- .

ب/ ليكن $x(t)$ تقدم التفاعل في اللحظة t ، أنجز جدولا لتقدم التفاعل.

ج/ أذكر الأنواع الكيميائية المسؤولة عن ناقلية المحلول .

د/ عبر عن σ_t قيمة الناقلية النوعية للمحلول في اللحظة t ، بدلالة $x(t)$ ، V ، C_0 و الناقليات النوعية المولية الشاردية.

ـ استنتج أنه عند اللحظة $t=o$ و اللحظة النهائية $t\to\infty$ تكون الناقليات النوعية هي :

$$\sigma_\infty=\left(\lambda_{Na^+}+\lambda_{B^-}\right)C_0 \quad ، \quad \sigma_0=\left(\lambda_{Na^+}+\lambda_{OH^-}\right)C_0$$

3. أ/ بين أن التقدم $x(t)$ يمكن أن يحسب بالعبارة : (1) $x(t)=C_0V\dfrac{\sigma_0-\sigma_t}{\sigma_0-\sigma_\infty}$.

ب/ إن العبارة (1) تسمح بحساب التقدم $x(t)$ في كل لحظة ، ورسم البيان $x=f(t)$.

ـ اجعل هذه العبارة(1) بالشكل : (2) $x(t)=\dfrac{25}{16}(1-4\sigma_t)$ حيث : $\sigma(s.m^{-1})$ ، $x(mmol)$

ج/ بالاستعانة بجدول النتائج ، و العبارة (2) ، أرسم البيان $x=f(t)$.

د/ أعط عبارة السرعة الحجمية للتفاعل .

ه/ كيف تتطور هذه السرعة أثناء التحول الكيميائي؟وما هو العامل الحركي المؤثر في التفاعل؟

و/ عرف زمن نصف التفاعل ثم حدد قيمته بيانيا .

ي/ نعيد نفس التجربة عند درجة الحرارة $20^\circ c$.

ـ أرسم كيفيا وعلى نفس البيان شكل المنحنى الموافق مع التبرير.

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

الحلول

(المتابعة الزمنية لتحول كيميائي في وسط مائي)

www.facebook.com/bac35
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 1

1. الثنائيتان $(Ox/Réd)$ الداخلتان في التفاعل هما : (MnO_4^-/Mn^{2+}) و (O_2/H_2O_2).
2. كتابة معادلة التفاعل الحادث :

$$2\times\left(MnO^-_{4\,(aq)}+8H^+{}_{(aq)}+5\acute{e}=Mn^{2+}{}_{(aq)}+4H_2O_{(l)}\right)$$
$$5\times\left(H_2O_{2(aq)}=O_{2(g)}+2H^+{}_{(aq)}+2\acute{e}\right)$$

$$2MnO^-_{4\,(aq)}+5H_2O_{2(aq)}+6H^+{}_{(aq)}=2Mn^{2+}{}_{(aq)}+5O_{2(g)}+8H_2O_{(l)}$$

3. نكشف عن حدوث التكافؤ : عن طريق اللون البنفسجي لشاردة البرمنغنات
- المتفاعل المحد قبل التكافؤ هو برمنغنات البوتاسيوم .
- أية قطرة زيادة من برمنغنات البوتاسيوم يستقر لونها .

أي عند التكافؤ يستقر اللون البنفسجي لبرمنغنات البوتاسيوم .

4. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$2MnO^-_{4\,(aq)}$ +	$5H_2O_{2(aq)}$ +	$6H^+{}_{(aq)}$ =	$2Mn^{2+}{}_{(aq)}$ +	$5O_{2(g)}$ +	$8H_2O_{(l)}$
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol					
ابتدائية	0	$n_0(MnO_4^-)$	$n_0(H_2O_2)$	$n_0(H^+)$	0	0	زيادة
نهائية	x_E	$n_0(MnO_4^-)-2x_E$	$n_0(H_2O_2)-5x_E$	$n_0(H^+)-6x_E$	$2x_E$	$5x_E$	زيادة

5. العلاقة بين C ، V ، C' ، V'_E :

عند التكافؤ يكون : $n_0(MnO_4^-)-2x_E=0\Rightarrow\dfrac{n_0(MnO_4^-)}{2}=x_E$

و $n_0(H_2O_2)-5x_E=0\Rightarrow\dfrac{n_0(H_2O_2)}{5}=x_E$

أي : $\dfrac{n_0(MnO_4^-)}{2}=\dfrac{n_0(H_2O_2)}{5}$

حيث : $n_0(H_2O_2)=CV$ و $n_0(MnO_4^-)=C'V'_E$

ومنه : $\boxed{\dfrac{C'V'_E}{2}=\dfrac{CV}{5}}$

6. حساب C:

من العلاقة السابقة : $C=\dfrac{5}{2}\times\dfrac{C'V'_E}{V}$

تطبيق عددي : $C=\dfrac{5}{2}\times\dfrac{0{,}13\times15{,}8}{25}$

$$\boxed{C\approx0{,}21mol/l}$$

www.facebook.com/bac35
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 2

1. نبرد الأجزاء في الجليد : لتوقيف التفاعل، و بالتالي التمكن من تعيين كمية مادة اليود في كل لحظة .
2. الثنائيتان $(Ox/Réd)$ الداخلتان في التفاعل هما : $\left(S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}/SO_4^{2-}{}_{(aq)}\right)$ و $\left(I_{2(aq)}/I^-{}_{(aq)}\right)$.
3. أ/ النوع الكيميائي المرجع هو : $I^-{}_{(aq)}$ ، التبرير : فقد الكترونين خلال هذا التحول .
ب/ النوع الكيميائي المؤكسد هو : $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ ، التبرير : اكتسب الكترونين خلال هذا التحول .
4. معادلة التفاعل أكسدة ـ إرجاع الحادث : $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$
5. كميات المادة الابتدائية للمتفاعلات :

$$n_0\left(S_2O_8^{2-}\right) = C_1V_1 = 1{,}5\times10^{-2}\times0{,}5 = 7{,}5\times10^{-3}\,mol$$

$$n_0\left(I^-\right) = C_2V_2 = 0{;}5\times C_2 = 0{;}5C_2$$

6. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة	$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$				
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
ابتدائية	0	$7{,}5\times10^{-3}$	$0{,}5C_2$	0	0
انتقالية	x	$7{,}5\times10^{-3}-x$	$0{,}5C_2-2x$	$2x$	x
نهائية	x_f	$7{,}5\times10^{-3}-x_f$	$0{,}5C_2-2x_f$	$2x_f$	x_f

نلاحظ من جدول تقدم التفاعل : $n(I_2)_{(t)} = x(t)$ و من جهة أخرى $[I_2] = \frac{n(I_2)_{(t)}}{V}$ ، أي أن $[I_2]$ و $x(t)$ يتناسبان طرديا و منه : البيان $[I_2] = f(t)$ و البيان $x_{(t)} = g(t)$ يتطوران بنفس الطريقة مع الزمن .

7. حساب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t = 25\min$:
السرعة عند اللحظة $t = 25\min$ هي ميل المماس T في النقطة الموافقة لهذه اللحظة ، أي :
من البيان (صفحة 29) : $v \approx 10{,}5\times10^{-2}\,mmol.l^{-1}.\min^{-1}$ ، $v = \frac{(7{,}0-3{,}0)mmol}{(54-15)\min}$

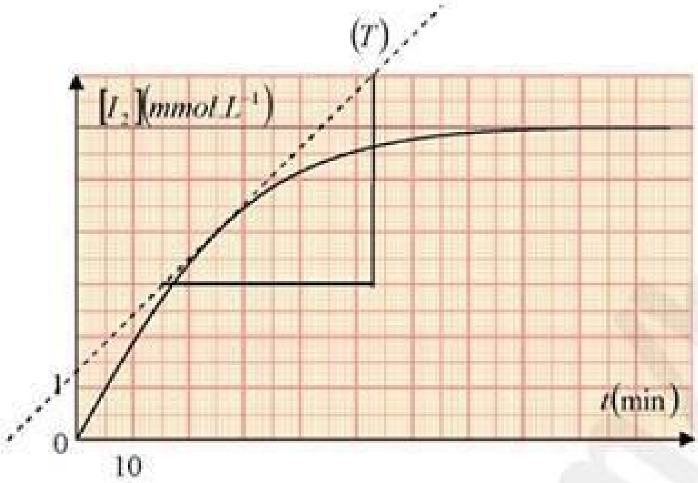
8. التركيز المولي النهائي لثنائي اليود $[I_{2(aq)}]$:
من البيان (صفحة 29) : $[I_{2(aq)}] = 6mmol/l$

ـ المتفاعل المحد هو : شوارد اليود $I^-{}_{(aq)}$.

9. زمن نصف العمر $t_{1/2}$:
تعريفه : هو الزمن الذي يبلغ فيه التفاعل نصف تقدمه النهائي .
قيمته : من البيان، اللحظة الموافقة لـ $\frac{[I_2]_f}{2}$ هي $t_{1/2} \approx 17\min$

10. حساب التركيز المولي C_2 لمحلول يود البوتاسيوم :
بما أن $I^-{}_{(aq)}$ هو المتفاعل المحد فإن : $0{,}5C_2 - 2x_f = 0$
ومنه : $C_2 = 2{,}4\times10^{-2}\,mol/l$ ، $C_2 = \frac{2x_f}{0{,}5} = \frac{2\times6.10^{-3}}{0{,}5}$

www.facebook.com/bac
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.



حل التمرين 3

1. جدول التقدم الموافق :

المعادلة		$2I^-_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} = I_{2\,(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ $mmol$			
ابتدائية	0	50	10	0	0
انتقالية	x	$50-2x$	$10-x$	x	$2x$
نهائية	x_f	$50-2x_f$	$10-x_f$	x_f	$2x_f$

ـ نلاحظ : من أجل $50-2x_f=0 \Rightarrow x_f = 25mmol$

و من أجل $10-x_f=0 \Rightarrow x_f = 10mmol$

ومنه تركيب المزيج غير ستوكيومتري .

2. التعبير عن التقدم $x(t)$ بدلالة $n(S_2O_8^{2-})$ في اية لحظة t :

من جدول التقدم، في اية لحظة t : $n(S_2O_8^{2-}) = 10 - x(t) \Rightarrow x(t) = 10 - n(S_2O_8^{2-})$

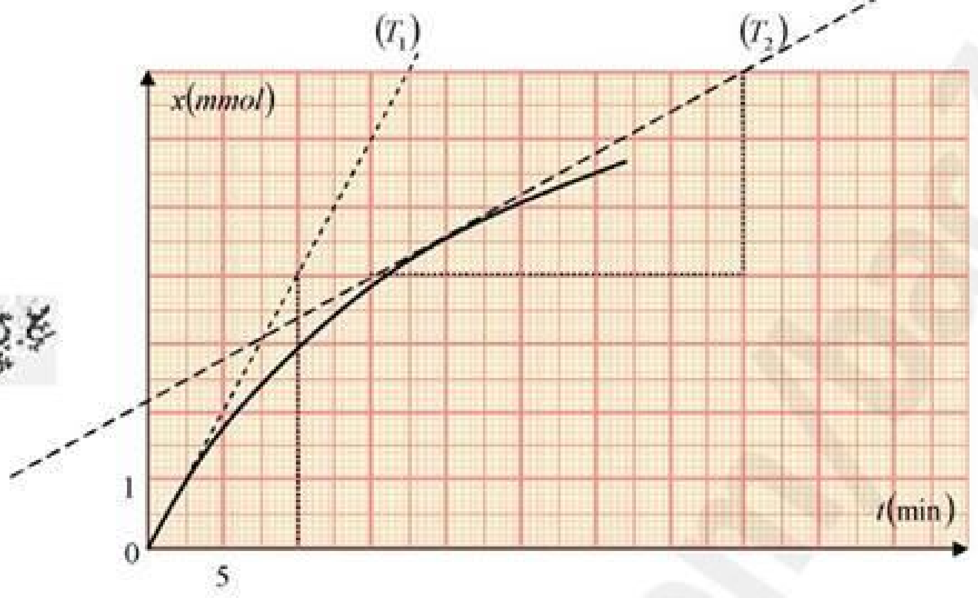
ـ قيم التقدم $x(t)$ في مختلف اللحظات الزمنية t :

$t(\min)$	0	2,5	5	10	15	20	25	30
$x(t)(mmol)$	0,0	1,0	1,7	2,95	3,85	4,6	5,1	5,6

3. رسم البيان $x = f(t)$:

(في الصفحة الموالية 30)

www.facebook.com/bac35
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.



4. سرعة التفاعل :

تعريفها : هي مقدار تقدم التفاعل خلال الزمن $v = \frac{dx}{dt}$.

قيمتها : ـ في اللحظة $t = 0$ هي $\boxed{v = 0{,}40 mmol/\min}$, $v = \frac{4-0}{10-0} = 0{,}40$ (ميل المماس T_1)

وفي اللحظة $t = 20\min$ هي $\boxed{v = 0{,}12 mmol/\min}$, $v = \frac{7-4}{40-15} = 0{,}12$ (ميل المماس T_2)

ـ تطور سرعة التفاعل : تتناقص مع مرور الزمن

5. هل ينتهي التفاعل في اللحظة $t = 30\min$ ؟

بما أن $x_f = 10 mmol$ و عند $t = 30\min$ كان $x = 5{,}6 mmol$ فإن :

التفاعل لم ينتهي بعد .

حل التمرين 4

I/ أ) جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2I^-{}_{(aq)} = 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ $mmol$			
الابتدائية	0	4,0	8,0	0	0
الانتقالية	x	$4{,}0 - x$	$8{,}0 - 2x$	$2x$	x
النهائية	x_f	$4{,}0 - x_f$	$8{,}0 - 2x_f$	$2x_f$	x_f

حيث : $n_0(S_2O_8^{2-}) = C_1V_1 = 4{,}0\times10^{-2}\times0{,}1 = 4{,}0 mmol$

$n_0(I^-) = C_2V_2 = 8{,}0\times10^{-2}\times0{,}1 = 8{,}0 mmol$

www.facebook.com/bac35
Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

ب) عبارة $\left[S_2O_8^{2-}\right]$ في المزيج بدلالة C_1 ، V_1 ، V_2 و $[I_2]$:

لدينا من جدول التقدم : $x = [I_2]V_T$ / $V_T = V_1 + V_2$

$$\left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{n_0\left(S_2O_8^{2-}\right) - x}{V_T} = \frac{C_1V_1 - x}{V_T}$$

ومنه :

$$\boxed{\left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} - [I_2]}$$

ج) حساب قيمة $\left[S_2O_8^{2-}\right]_0$ في اللحظة $t=0$:

$$\boxed{\left[S_2O_8^{2-}\right] = 20mmol/L} \quad , \quad \left[S_2O_8^{2-}\right] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} = \frac{4,0\times10^{-3}}{0,1+0,1}$$

/II

أ) نبرد العينات مباشرة بعد فصلها عن المزيج :

لتوقيف التفاعل من أجل المحافظة على كمية ثنائي اليود I_2 لحظة أخذ العينة، لأن هذا التفاعل بطئ جدا في درجة حرارة منخفضة .

ب) كتابة المعادلة الإجمالية لتفاعل الأكسدة ـ إرجاع الحاصل بين الثنائيتين : $S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$ و $I_{2(aq)}/I^-{}_{(aq)}$

$$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = 2I^-{}_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$$

ج) تبيان أن $[I_2]$ عند نقطة التكافؤ يعطى بالعبارة : $[I_2] = \frac{1}{2}\times\frac{C'\times V'}{V_0}$

ـ جدول التقدم لتفاعل المعايرة :

المعادلة		$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = 2I^-{}_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة			
ابتدائية	0	$[I_2]V_0$	$C'V'$	0	0
نهائية	x_E	$[I_2]V_0 - x_E$	$C'V' - 2x_E$	$2x_E$	x_E

عند نقطة التكافؤ يكون :

$$[I_2]V_0 - x_E = 0 \ldots\ldots \quad (1)$$
$$C'V' - 2x_E = 0 \ldots\ldots \quad (2)$$

من المعادلتين (1) و (2) : $[I_2]V_0 = \frac{C'V'}{2}$

ومنه :

$$\boxed{[I_2] = \frac{1}{2}\times\frac{C'\times V'}{V_0}}$$

د) إكمال جدول القياسات :

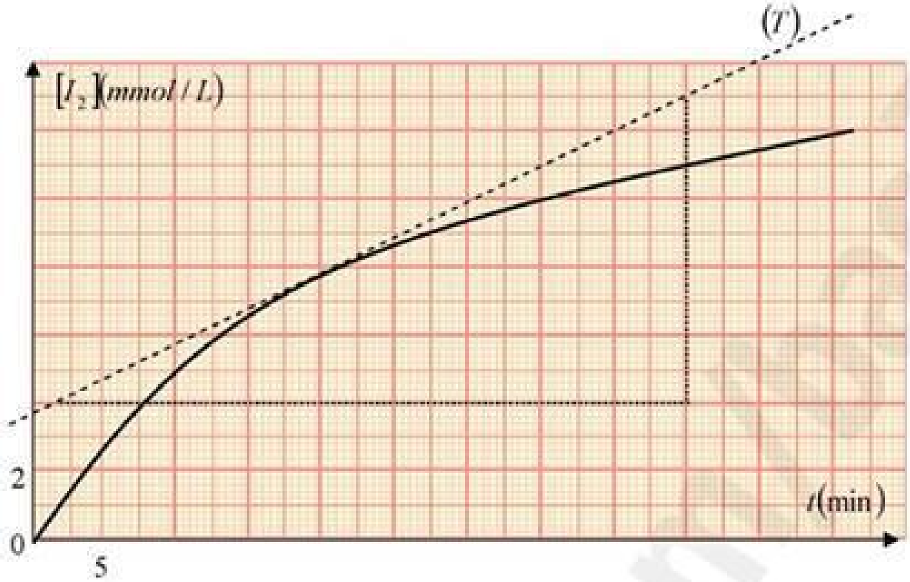
نكمل جدول القياسات باستعمال العلاقة : $[I_2] = \frac{1}{2}\times\frac{1,5\times10^{-2}V'}{10\times10^{-3}} = 0,75V'$

$t(\text{min})$	0	5	10	15	20	30	45	60
$V'(mL)$	0	4,0	6,7	8,7	10,4	13.1	15,3	16,7
$[I_2](mmol/L)$	0	3,0	5,0	6,5	7,8	9,8	11.5	12,5

www.facebook.com/bac35

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

ه) رسم البيان $[I_2]=f(t)$:



و) حساب السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة $t=20\,\text{min}$ بيانيا :

لدينا : $v=\frac{1}{V_T}\times\frac{dx}{dt}$ ، أي $v=\frac{1}{V_T}\times\frac{d([I_2]\times V_T)}{dt}=\frac{d[I_2]}{dt}$ حيث : $\frac{d[I_2]}{dt}$ هي ميل المماس في لحظة t .

السرعة الحجمية عند اللحظة $t=20\,\text{min}$: ميل المماس T

$v\approx\frac{13,0-4,0}{45,0-1,5}=0,21$, $\boxed{v\approx 0,21 mmol.L^{-1}.\text{min}^{-1}}$

حل التمرين 5

1. كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$Zn_{(s)}=Zn^{2+}+2é$

$2H^{+}+2é=H_{2(g)}$

$Zn_{(s)}+2H^{+}{}_{(aq)}=Zn^{2+}{}_{(aq)}+H_{2(aq)}$

2. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$Zn_{(s)}+2H^{+}{}_{(aq)}=Zn^{2+}{}_{(aq)}+H_{2(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
ابتدائية	0	$3,5\times10^{-2}$	2×10^{-2}	0	0
انتقالية	x	$3,5\times10^{-2}-x$	$2\times10^{-2}-2x$	x	x
نهائية	x_f	$3,5\times10^{-2}-x_{max}$	$2\times10^{-2}-2x_{max}$	x_{max}	x_{max}

حيث : $n_0(H^{+})=C_AV_A=0,2\times0,1=2,0\times10^{-2}mol$, $n_0(Zn)=\frac{m}{M}=\frac{2,3}{65}=3,5\times10^{-2}mol$

ـ المتفاعل المحد :

القيمة الأصغر لـ x في حل المعادلتين : $3,5\times10^{-2}-x=0\Rightarrow x=3,5\times10^{-2}mol$

$2,0\times10^{-2}-2x=0\Rightarrow x=1,0\times10^{-2}mol$

توافق المتفاعل المحد .

إذن المتفاعل المحد هو : حمض كلور الهيدروجين .

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

ـ استنتاج العلاقة بين $[Zn^{2+}]$ و x :

من جدول تقدم التفاعل : $[Zn^{2+}] = \frac{x}{V} = \frac{x}{0,1}$, $\boxed{x = \frac{[Zn^{2+}]}{10}}$

3. زمن نصف التفاعل :

تعريفه : هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي $\frac{x_{max}}{2}$.

قيمته : من البيان $\frac{x_{max}}{2} = 5mmol$, $x_{max} = \frac{[Zn^{2+}]_{max}}{10} = \frac{100}{10} = 10mmol$

$\frac{x_{max}}{2}$: توافق على البيان $[Zn^{2+}] = 10 \times 5 = 50mmol/L$ ، فاصلتها $\boxed{t_{1/2} \approx 4,5\min}$

4. تركيب الوسط التفاعلي عند اللحظتين : $t = t_{1/2}$ ، $t = t_f$

ـ عند اللحظة $t_{1/2}$: $x = 5mmol = 0,5 \times 10^{-2} mol$, $[Zn^{2+}] = 50mmol/L$

تركيب الوسط :

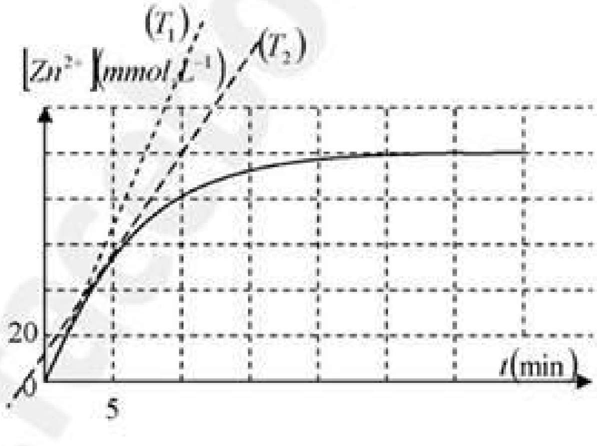
$Zn_{(s)}$ +	$2H^+_{(aq)}$ =	$Zn^{2+}_{(aq)}$ +	$H_{2(aq)}$
$3 \times 10^{-2} mol$	$10^{-2} mol$	$0,5 \times 10^{-2} mol$	$0,5 \times 10^{-2} mol$

ـ عند اللحظة t_f : $x = 10mmol = 10^{-2} mol$, $[Zn^{2+}] = 100mmol/L$

تركيب الوسط :

$Zn_{(s)}$ +	$2H^+_{(aq)}$ =	$Zn^{2+}_{(aq)}$ +	$H_{2(aq)}$
$2,5 \times 10^{-2} mol$	0	$10^{-2} mol$	$10^{-2} mol$

5. تعيين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظتين : $t = 0$ ، $t = t_{1/2}$



عند اللحظة $t = 0$: ميل المماس T_1

$$v = \frac{100 - 0,0}{7,5 - 0,0} = 13,3mmol.L^{-1}.\min^{-1} \quad , \quad v \approx 1,3 \times 10^{-2} mol.L^{-1}.\min^{-1}$$

عند اللحظة $t_{1/2}$: ميل المماس T_2

$$v = \frac{100 - 12,0}{10 - 0,0} = 8,8mmol.L^{-1}.\min^{-1} \qquad v \approx 8,8 \times 10^{-3} mol.L^{-1}.\min^{-1}$$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 6

1. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$		
الحالة	التقدم			
ابتدائية	0	$n_0(H_2O_2)$	زيادة	0
انتقالية	x	$n_0(H_2O_2)-2x$	زيادة	x
نهائية	x_f	$n_0(H_2O_2)-2x_f$	زيادة	x_f

حيث : $n_0(H_2O_2)=[H_2O_2]_0 \times V_S = 8{,}0\times10^{-2}\times0{,}5 = 4{,}0\times10^{-2}\,mol$

2. كتابة عبارة $[H_2O_2]$ في اللحظة t بدلالة $[H_2O_2]_0$ ، V_S ، V_M ، V_{O_2} :

من جدول التقدم : في اللحظة t يكون عدد مولات H_2O_2 هو $n(H_2O_2)=n_0(H_2O_2)-2x$

أي : $x=\frac{V_{O_2}}{V_M}$, $[H_2O_2]=\frac{n(H_2O_2)}{V_S}=\frac{n_0(H_2O_2)-2x}{V_S}=\frac{n_0(H_2O_2)}{V_S}-2\frac{x}{V_S}$

ومنه :

$$[H_2O_2]=[H_2O_2]_0-2\frac{V_{O_2}}{V_S V_M}$$

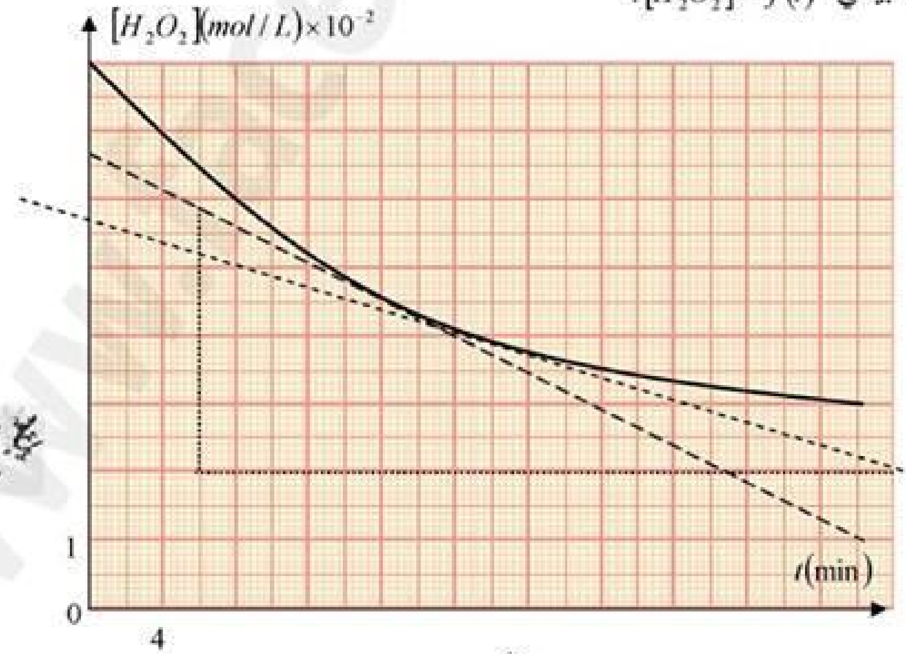
3. أ) إكمال الجدول :

نكمل الجدول باستعمال العلاقة السابقة : $[H_2O_2]=8{,}0\times10^{-2}-2.\frac{V_{O_2}}{0{,}5\times24}$

$$[H_2O_2]=8{,}0\times10^{-2}-\frac{V_{O_2}}{6}$$

$t(\text{min})$	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$V_{O_2}(mL)$	0	60	114	162	204	234	253	276	288	294	300
$[H_2O_2](mol/L)\times10^{-2}$	8,0	7,0	6,1	5,3	4,6	4,1	3,8	3,4	3,2	3,1	3,0

ب) رسم المنحنى البياني $[H_2O_2]=f(t)$:



Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

ج) عبارة السرعة الحجمية للتفاعل الكيميائي : $v = \frac{1}{V_S} \times \frac{dx}{dt}$.

د) حساب سرعة التفاعل الكيميائي في اللحظتين $t_1 = 16\,\text{min}$ ، $t_2 = 24\,\text{min}$:

لدينا من العلاقة : $[H_2O_2] = [H_2O_2]_0 - 2\frac{x}{V_S}$

$$\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -2.\frac{1}{V_S} \times \frac{dx}{dt} = -2v \quad , \quad \boxed{v = -\frac{1}{2}.\frac{d[H_2O_2]}{dt}}$$

حيث أن : $\frac{d[H_2O_2]}{dt}$ يمثل ميل المماسفي اللحظة t

السرعة في اللحظة t_1 : $v_1 = -\frac{1}{2}\left(-\frac{3,8\times 1}{7,1\times 4}\right)\times 10^{-2} \approx 6,7\times 10^{-4}\,mol.L^{-1}.\text{min}^{-1}$

السرعة في اللحظة t_2 : $v_2 = -\frac{1}{2}\left(-\frac{3,2\times 1}{9,5\times 4}\right)\times 10^{-2} \approx 4,2\times 10^{-4}\,mol.L^{-1}.\text{min}^{-1}$

ـ كيفية تغير سرعة التفاعل : نلاحظ أن السرعة تتناقص مع مرور الزمن .

ه) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيا : يوافق $\frac{x_{max}}{2}$

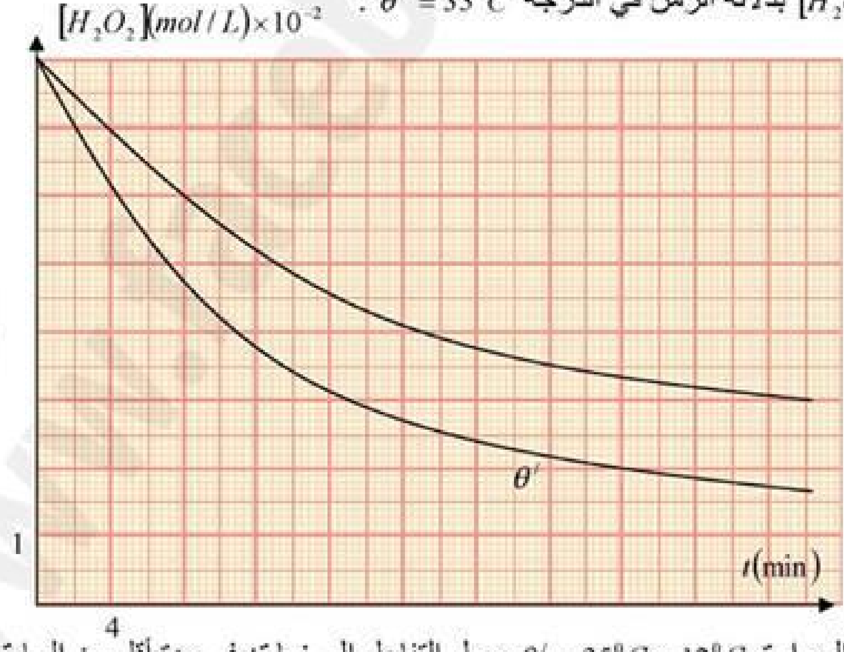
لحساب قيمة التقدم الأعظمي نضع $n_0(H_2O_2) - 2x_{max} = 0$ حيث : $n_0(H_2O_2) = 4\times 10^{-2}\,mol$

ومنه : $x_{max} = 2\times 10^{-2}\,mol$ و $\frac{x_{max}}{2} = 10^{-2}\,mol$.

حساب $[H_2O_2]$ الموافق : $[H_2O_2] = \frac{n_0(H_2O_2) - 2\left(\frac{x_{max}}{2}\right)}{V_S} = \frac{4\times 10^{-2} - 2\times 10^{-2}}{0,5} = 4\times 10^{-2}\,mol/L$

إذن و من البيان الزمن الموافق لهذه القيمة هو : $\boxed{t_{1/2} \approx 20\,\text{min}}$

4. شكل منحنى تغير $[H_2O_2]$ بدلالة الزمن في الدرجة $\theta' = 35^0C$:



التبرير : من أجل درجة الحرارة $\theta' = 35^0C \succ 12^0C$ يصل التفاعل إلى نهايته في مدة أقل من السابق لأن الحرارة عامل منشط للتفاعل .

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 7

1. أ) حساب التركيز المولي الحجمي للماء الأكسجيني :

$$2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$$

لدينا : $n(O_2) = \frac{V_g}{V_M} = \frac{10}{22,4} = 0,446mol$ أي : $C(O_2) = \frac{n}{V} = \frac{0,446}{1} = 0,446mol/L$

ومنه : $\boxed{C(H_2O_2) = C = 0,893mol/L}$, $C(H_2O_2) = 2C(O_2) = 2 \times 0,893$

ب) ـ نسمي هذه العملية بـ : عملية التمديد .

ـ استنتاج الحجم V_1 :

بتطبيق قانون التمديد : $CV_1 = C_1.0,1$ أي : $V_1 = \frac{0,1C_1}{C} = \frac{0,1 \times 0,1}{0,893}$

$$\boxed{V_1 \approx 11,2L}$$

2. أ) كتابة معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية :

$$2 \times \left(MnO_4^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+{}_{(aq)} + 5\acute{e} = Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}\right)$$

$$5 \times \left(H_2O_{2(aq)} = O_{2(g)} + 2H^+{}_{(aq)} + 2\acute{e}\right)$$

$$2MnO_4^{2-}{}_{(aq)} + 5H_2O_{2(aq)} + 6H^+{}_{(aq)} = 2Mn^{2+}{}_{(aq)} + 5O_{2(g)} + 8H_2O_{(l)}$$

ب) استنتاج التركيز المولي الحجمي لمحلول الماء الأكسجيني الابتدائي C_0:

ـ عند التكافؤ : $\frac{n_0(MnO_4^-)}{2} = \frac{n_0(H_2O_2)}{5}$

أي : $\frac{C_2 \times V_E}{2} = \frac{C' \times V'}{5}$

حيث : V' الحجم المعاير ، C' تركيز المحلول الممدد .

$$C' = \frac{5}{2} \times \frac{C_2 V_E}{V'} = \frac{5}{2} \times \frac{0,02 \times 0,038}{0,02} = 0,95 \times 10^{-1} mol/L$$

التركيز المولي الحجمي C_0 :

ـ التمديد : $C'V = C_0.V_1$

حيث : $V = 100mL$ الحجم الممدد

$V_1 = 11,2mL$ حجم العينة

$$C_0 = \frac{C'V}{V_1} = \frac{0,95 \times 10^{-1} \times 0,1}{0,0112} \approx 0,85mol/L$$

$$\boxed{C_0 \approx 0,85mol.L^{-1}}$$

ومنه : هذه النتيجة التجريبية لا تتوافق مع ما كتب على ملصوقة القارورة

www.facebook.com/bac35

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 8

1. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$Mg_{(s)} + 2H_3^+O_{(aq)} = 2H_2O_{(l)} + H_{2(g)} + Mg^{2+}$				
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol				
ابتدائية	0	0,041	0,30		0	0
انتقالية	x	$0,041-x$	$0,30-2x$	/	x	x
نهائية	x_f	$0,041-x_f$	$0,30-2x_f$	/	x_f	x_f

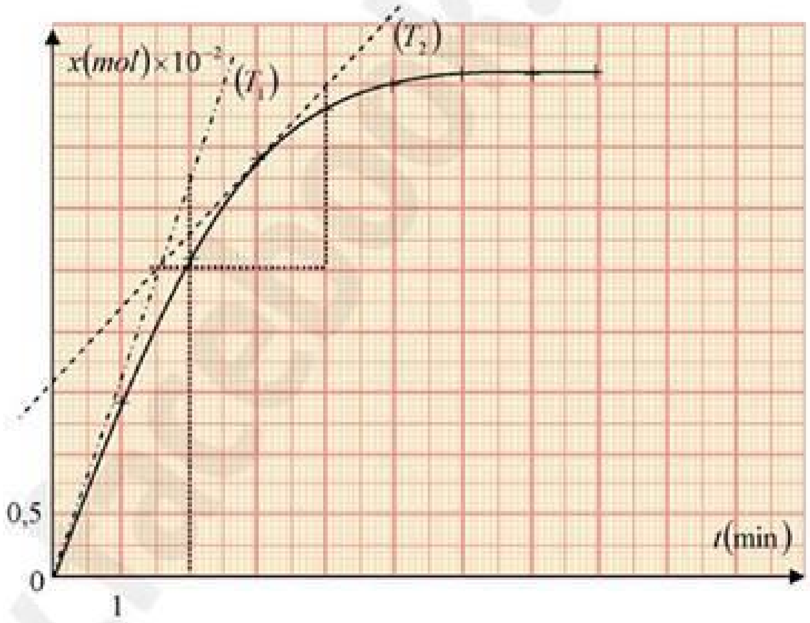
حيث : $n_0(H_3^+O) = CV = 5,0 \times 0,060 = 0,30mol$, $n_0(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{1,0}{24.3} = 0,041mol$

2. جدول القياسات :

لإكمال الجدول نستعمل العلاقة : $x = \frac{V_{H_2}}{V_M} = \frac{V_{H_2}}{24}$

$t(\text{min})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_{H_2}(mL)$	0	336	625	810	910	970	985	985	985
$x(mol)\times10^{-2}$	0	1,4	2,6	3,4	3,8	4,0	4,1	4,1	4,1

3. رسم المنحنى $x = f(t)$:



4. ـ تعيين التقدم النهائي x_f للتفاعل الكيميائي :

من البيان $x_f \approx 4,1\times10^{-2}\,mol$

ـ المتفاعل المحد :

لدينا من جدول التقدم : $0,041 - x = 0 \Rightarrow x = 0,041mol$

$0,30 - 2x = 0 \Rightarrow x = 0,15mol$

ومنه : المتفاعل المحد هو المغنيزيوم Mg

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

5. حساب سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظتين : $(t = 0\min)$ ، $(t = 3\min)$:

لدينا : $v = \dfrac{dn}{dt} = \dfrac{dx}{dt}$

$\dfrac{dx}{dt}$: ميل المماس عند اللحظة t ، ومنه :

ـ سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظة $(t = 0\min)$: ميل المماس T_1

$$v = \frac{(6{,}5 - 0{,}0) \times 0{,}5 \times 10^{-2}}{2{,}0 - 0{,}0} = 1{,}6 \times 10^{-2}\, mol.\min^{-1} \quad , \quad \boxed{v = 1{,}6 \times 10^{-2}\, mol.\min^{-1}}$$

ـ سرعة تشكل ثنائي الهيدروجين في اللحظة $(t = 3\min)$: ميل المماس T_2

$$v = \frac{(8{,}0 - 5{,}0) \times 10^{-2}}{4{,}0 - 1{,}5} = 0{,}6 \times 10^{-2}\, mol.\min^{-1} \quad , \quad \boxed{v = 0{,}6 \times 10^{-2}\, mol.\min^{-1}}$$

6. تعيين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

ـ هو المدة التي يبلغ فيها التفاعل نصف تقدمه النهائي .

$$\frac{x_f}{2} = \frac{4{,}1 \times 10^{-2}}{2} = 0{,}02 mol \quad , \quad \boxed{\frac{x_f}{2} \approx 2 \times 10^{-2}\, mol}$$

نقرأ من البيان : $\boxed{t_{1/2} = 1{,}5\min}$

7. حساب تركيز شوارد الهيدرونيوم (H_3^+O) في الوسط التفاعلي عند انتهاء التحول الكيميائي :

لدينا : $[H_3^+O]_f = \dfrac{n(H_3^+O)_f}{V}$

حيث : $n_f(H_3^+O)_f = CV - 2x_f = 0{,}30 - 2 \times 4{,}1 \times 10^{-2} = 0{,}218 mol$

$V = 60 mL = 0{,}060 L$

ومنه : $\boxed{[H_3^+O]_f = 3{,}63 mol.L^{-1}}$, $[H_3^+O]_f = \dfrac{0{,}218}{0{,}060} = 3{,}63 mol/L$

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 9

1. كتابة الثنائيتين $(Ox/Réd)$ المتفاعلتين :

معادلة التحول الكيميائي : $5H_2O_{2(aq)} + 2MnO^-_{4(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 5O_{2(g)} + 2Mn^{2+}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)}$

أ) الثنائيتان هما : MnO^-_4/Mn^{2+} و O_2/H_2O_2

ب) المعادلتان النصفيتان للأكسدة ـ إرجاع هما : $\left(MnO^-_{4(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5é = Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}\right)$

$\left(H_2O_{2(aq)} = O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2é\right)$

2. أ) المتفاعل المحد قبل التكافؤ : هو برمنغنات البوتاسيوم .

ب) مؤشر التكافؤ : استقرار اللون البنفسجي لبرمنغنات البوتاسيوم .

3. جدول تقدم التفاعل :

المعادلة		$5H_2O_{2(aq)}$	$+ 2MnO^-_{4(aq)}$	$+ 6H^+_{(aq)}$	$= 5O_{2(g)}$	$+ 2Mn^{2+}_{(aq)}$	$+ 8H_2O_{(l)}$
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol					
ابتدائية	0	$n_0(H_2O_2)$	$n_0(MnO^-_4)$	$n_0(H^+)$	0	0	زيادة
نهائية	x_E	$n_0(H_2O_2)-5x_E$	$n_0(MnO^-_4)-2x_E$	$n_0(H^+)-6x_E$	$5x_E$	$2x_E$	زيادة

العلاقة بين كمية مادة MnO^-_4 و كمية مادة H_2O_2 :

ـ عند التكافؤ يكون لدينا : $n_0(MnO^-_4)-2x_E=0 \Rightarrow \dfrac{n_0(MnO^-_4)}{2}=x_E$

و $n_0(H_2O_2)-5x_E=0 \Rightarrow \dfrac{n_0(H_2O_2)}{5}=x_E$

أي : $\dfrac{n_0(MnO^-_4)}{2}=\dfrac{n_0(H_2O_2)}{5}$

حيث : $n_0(MnO^-_4)=C'V'_E$ ، $n_0(H_2O_2)=C.V$

ومنه : $\boxed{n_0(H_2O_2)=\dfrac{5}{2}\times n_0(MnO^-_4)}$

4. إيجاد $[H_2O_2]$ بدلالة C_1 ، V_0 ، V_E :

لدينا : $n(H_2O_2)=[H_2O_2]V_0$

$n(MnO^-_4)=C_1V_E$

ومنه : $[H_2O_2]=\dfrac{5}{2}\times\dfrac{C_1V_E}{V_0}$

تطبيق عددي : $\boxed{[H_2O_2]=7{,}3\times10^{-1}mol/L}$ ، $[H_2O_2]=\dfrac{5}{2}\times\dfrac{0{,}2\times14{,}6}{10}$

5. عند استعمال وسط معتدلا أو أقل حموضة :

ـ يتشكل أكسيد المنغنيز MnO_2 ذي اللون الأسمر الداكن، مما يجعل مشاهدة اللون البنفسجي غير ممكنة .

www.facebook.com/bac

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

حل التمرين 10

1. جدول التقدم :

المعادلة		$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(aq)}$			
الحالة	التقدم	كمية المادة بـ mol			
ابتدائية	0	$1,54\times10^{-2}$	2×10^{-2}	0	0
انتقالية	x	$1,54\times10^{-2}-x$	$2\times10^{-2}-2x$	x	x
نهائية	x_f	$1,54\times10^{-2}-x_f$	$2\times10^{-2}-2x_f$	x_f	x_f

حيث : $n_0(Zn)=\frac{m}{M}=\frac{1,0}{65}=1,54\times10^{-2}\,mol$

$n_0(H^+)=CV=5,0\times10^{-1}\times0,040=2,0\times10^{-2}\,mol$

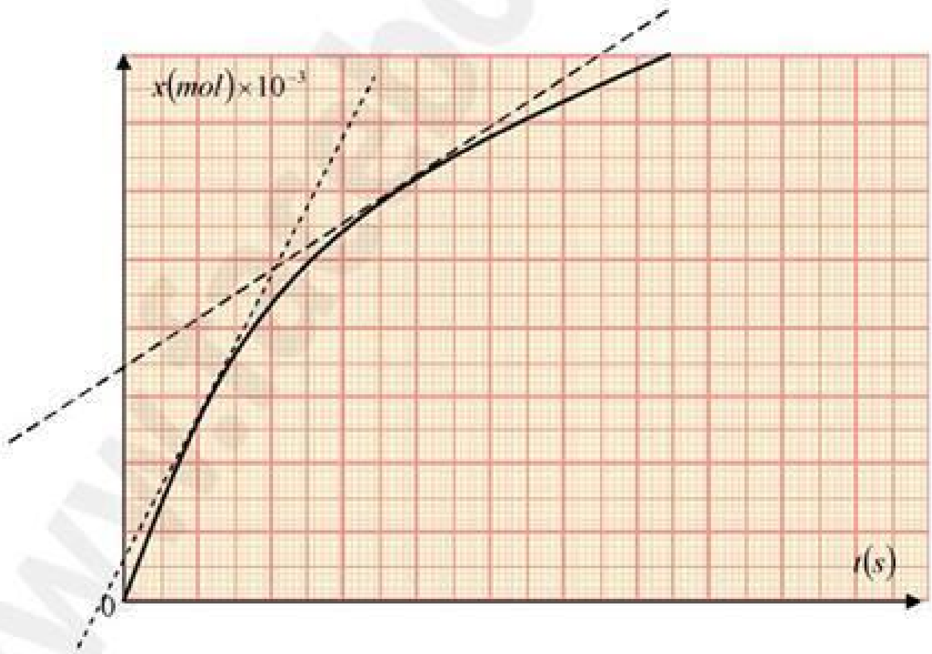
ـ استنتاج العلاقة بين التقدم x و حجم الغاز المنطلق V_{H_2} :

لدينا : $x=\frac{V_{H_2}}{V_M}=\frac{V_{H_2}}{25}$

2. إكمال الجدول : باستعمال العلاقة السابقة

$t(s)$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	750
$V_{H_2}(mL)$	0	36	64	86	104	120	132	154	170	200
$x(mol)\times10^{-3}$	0	1,44	2,56	3,44	4,16	4,80	5,28	6,16	6,80	8,00

3. رسم البيان $x=f(t)$: سلم الرسم $1cm\rightarrow100s$ ، $1cm\rightarrow1,0\times10^{-3}mol$



4. حساب قيمة السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظتين : $t_1=100s$ ، $t_2=400s$

في الصفحة الموالية : 41

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.

ـ عبارة السرعة الحجمية : $v=\frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$ ، حيث :

$\frac{dx}{dt}$: ميل المماس في اللحظة t .

ـ قيمة السرعة الحجمية في اللحظة $t_1=100s$: $v_1=\frac{1}{V}\times\frac{dx}{dt}=\frac{1}{0,040}\times\frac{(6,5-1,0)\times10^{-3}}{3,0-0,1}\approx4,7\times10^{-4}mol.L^{-1}.s^{-1}$

$$v_1\approx4,7\times10^{-4}mol.L^{-1}.s^{-1}$$

ـ قيمة السرعة الحجمية في اللحظة $t_2=400s$: $v_2=\frac{1}{V}\times\frac{dx}{dt}=\frac{1}{0,040}\times\frac{(8,0-4,0)\times10^{-3}}{6,4-1,0}\approx2\times10^{-4}mol.L^{-1}.s^{-1}$

$$v_2\approx2\times10^{-4}mol.L^{-1}.s^{-1}$$

ـ تطور السرعة : تتناقص مع مرور الزمن .

التعليل : $v_2<v_1$

5. أ) حساب التقدم الاعظمي x_{max} :

ـ من جدول التقدم : $x_{max}=10^{-2}mol$

ـ استنتاج المتفاعل المحد : المتفاعل المحد هو حمض كلور الهيدروجين .

ب) زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$:

ـ تعريفه : هو المدة الزمنية التي يبلغ فيها تقدم التفاعل نصف قيمة تقدمه الأعظمي $\frac{x_{max}}{2}$.

ـ قيمته : من البيان $t_{1/2}\approx270s$ ، حيث : $\frac{x_{max}}{2}=5\times10^{-3}mol$

حل التمرين 11

1. كتابة معادلة تفاعل الأكسدة الإرجاعية :

$$2\times\left(ClO^-{}_{(aq)}+2H^+{}_{(aq)}+2\acute{e}=Cl^-{}_{(aq)}+H_2O_{(l)}\right)$$
$$\left(2H_2O_{(l)}=O_{2(g)}+4H^+{}_{(aq)}+4\acute{e}\right)$$
$$2ClO^-{}_{(aq)}=2Cl^-{}_{(aq)}+O_{2(g)}$$

2. أ) جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$2ClO^-{}_{(aq)}=2Cl^-{}_{(aq)}+O_{2(g)}$		
الحالة	التقدم	كمية المادة		
ابتدائية	0	$n_0(ClO^-)$	0	0
انتقالية	x	$n_0(ClO^-)-x$	$2x$	x
نهائية	x_f	$n_0(ClO^-)-x_f$	$2x_f$	x_f

Protected with trial version of Visual Watermark. Full version doesn't put this mark.